

1
明細書

通信システム、送信装置、受信装置、送信方法、受信方法、ならびに、プログラム

5 技術分野

本発明は、異種偏波アンテナを用いて効率良く通信を行う通信システム、送信装置、受信装置、送信方法、受信方法、ならびに、これらをコンピュータ上にて実現するためのプログラムに関する。

10

背景技術

無線通信においては、高データレートの要望が高まっている。このような要望に応える技術として、STBC (Space Time Block Code ; 時空間ブロック符号)、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing ; 直交周波数分割多重)、偏波ダイバーシティ (Polarization Diversity)、などの技術が、以下のような文献において提案されている。

- [非特許文献 1] A. V. Zelst, R. V. Nee and G. Awater, Space Division Multiplexing (SDM) for OFDM Systems, Proc.of VTC, pp.15-18, 2000年
- 20 [非特許文献 2] J.J.A.Lempinen, J.K.Laiho-Steffens, A.Wacker, Experimental results of cross polarization discrimination and signal correction values for a polarization diversity scheme, Proc of VTC97, vol.3, pp.1498-1502, 1997年
- [非特許文献 3] E.Shin and S.Safavi, A simple theoretical model for polarization diversity reception in wireless mobile environments, proc.of ISAP99, vol.2, pp.1332-1335, 1999年
- 25 [非特許文献 4] 安 昌俊、笹瀬 巖、Convolutional Coded Coheretn and Diffemetial Unitary Space-Time Modulated OFDM with Bit Interleaving for Multiple Anntenas system、信学技報、TECHNICAL REPORT OF IEICE、SST2002-47、75頁～80頁、2002年10月

[非特許文献 5] S.M. Alamouti, A simple transmit diversity scheme for wireless communication, IEEE Journal of Sel. Communication, Vol. 19, No. 1, pp.48-60, 2001 年 1 月

[非特許文献 6] M.Rupp, C.F. Meeklenbrauker, On extended Alamouti Schemes for Space-Time Coding, Proc. of WPMC 2002, Vol. 1, pp.115-118, 2002 年 10 月

5

非特許文献 1 には、OFDM 技術に関する発明が開示されている。特に、受信側と送信側の両方で複数のアンテナを用いることにより複数入力複数出力チャネル (MIMO ; Multiple Input Multiple Output) 上で高い伝送レートを実現できることが示されている。

しかしながら、さらに高速度、高品質の通信を実現できるような種々の技術が求められている。

さらに、非特許文献 2 には、偏波ダイバーシティ技術が開示されている。そして、水平偏波アンテナと垂直偏波アンテナとを組み合わせた場合における XPD (CROSS Polarization discrimination) 値が、環境によって 5 dB ~ 15 dB の間で変化することが判明している。

15 これは、直交ダイバーシティ分枝 (orthogonal diversity branch) における受信パワーの比を計測したものである。そして、偏波分枝のそれぞれが同じ受信パワーとなった場合に最大ダイバーシティ利得を達成される。

しかし、受信パワーの不均衡が大きくなると、ダイバーシティ利得を達成しなくなる。これは、ダイバーシティを結合する段階で、弱いチャンネルが無視されてしまうことによる。

そして、非特許文献 3 には、偏波ダイバーシティ技術において、送信側で 2 つの異種極性アンテナを用い、受信側で 2 つの異種極性アンテナを用い、送信側のアンテナの一方に対する受信側のアンテナの一方の傾きが送信側のアンテナの他方に対する受信側のアンテナの他方の傾きに等しい場合の理論的なモデルが開示されている。

25 また、非特許文献 4 は、本出願に係る発明者の 1 人が参加してなされた過去の研究の論文であり、ユニタリ行列により空間-時間的な変復調を行い、複数のアンテナを用いて、時間差を設けて信号を発する発明が開示されている。

さらに、非特許文献 5、6 には、STBC 技術で広く用いられている Alamouti 符号を用いた符号化、復号化の技術が開示されている。

本発明は、以上のような公知のシステムの種々の問題点を解決するためになされたもので、異種偏波アンテナを用いて効率良く通信を行う通信システム、送信装置、受信装置、
5 送信方法、受信方法、ならびに、これらをコンピュータ上にて実現するためのプログラムを提供することを目的とする。

発明の開示

10 以上の目的を達成するため、本発明の原理にしたがって、以下の発明を開示する。

本発明の第 1 の観点に係る通信システムは、送信装置と、受信装置と、を備え、以下のように構成する。

すなわち、送信装置は、変調部と、時空間符号化部と、第 1 送出部と、第 2 送出部と、を備える。

15 また、第 1 送出部と、第 2 送出部と、は、それぞれ、直並列変換部と、逆フーリエ変換部と、送信部と、を備える。

ここで、変調部は、伝送すべきデータを変調する。

一方、時空間符号化部は、変調された結果の信号を時空間符号化して、2 つの信号を得る。

20 さらに、第 1 送出部は、時空間符号化された 2 つの信号の一方を受け付ける。

そして、第 2 送出部は、時空間符号化された 2 つの信号の他方を受け付ける。

一方、直並列変換部は、受け付けた信号を直並列変換する。

さらに、逆フーリエ変換部は、直並列変換された結果の信号群を逆フーリエ変換する。

そして、送信部は、逆フーリエ変換された信号を所定の偏波極性を有するアンテナによ
25 り送信する。

一方、第 1 送出部が用いるアンテナ（以下「第 1 送信アンテナ」という。）の偏波極性と、第 2 送出部が用いるアンテナ（以下「第 2 送信アンテナ」という。）の偏波極性と、

は、直交する。

また、受信装置は、第1受入部と、第2受入部と、時空間復号化部と、復調部と、を備える。

そして、第1受入部と、第2受入部と、は、それぞれ、フーリエ変換部と、並直列変換部と、を備える。

ここで、第1受入部は、送信装置から送信された信号を受信して、これを処理する。

一方、第2受入部は、送信装置から送信された信号を受信して、これを処理する。

さらに、時空間復号化部は、第1受入部により処理された結果の信号と、第2受入部により処理された結果の信号と、を、時空間復号化して1つの信号を得る。

10 そして、復調部は、時空間復号化された1つの信号を復調して伝送されたデータを得る。

一方、受信部は、送信装置から送信された信号を所定の偏波極性を有するアンテナにより受信する。

さらに、フーリエ変換部は、受信された結果の信号をフーリエ変換する。

そして、並直列変換部は、フーリエ変換された信号群を並直列変換して、得られる信号
15 を処理の結果とする。

一方、第1受入部が用いるアンテナ（以下「第1受信アンテナ」という。）の偏波極性と、第2受入部が用いるアンテナ（以下「第2受信アンテナ」という。）の偏波極性と、は、直交する。

さらに、第1受信アンテナの第1送信アンテナに対する傾きは、第2受信アンテナの第
20 2送信アンテナに対する傾きに略等しい。

また、本発明の通信システムにおいて、第1受信アンテナの第2送信アンテナに対する傾きは、第2受信アンテナの第1送信アンテナに対する傾きに略等しいように構成することができる。

本発明のその他の観点に係る送信装置は、上記の通信システムにおける送信装置である。

25 本発明のその他の観点に係る受信装置は、上記の通信システムにおける受信装置である。

本発明のその他の観点に係る送信方法は、変調工程と、時空間符号化工程と、第1送出工程と、第2送出工程と、を備える。

5

また、第1送出工程と、第2送出工程と、は、それぞれ、直並列変換工程と、逆フーリエ変換工程と、送信工程と、を備える。

ここで、変調工程では、伝送すべきデータを変調する。

一方、時空間符号化工程では、変調された結果の信号を時空間符号化して、2つの信号5を得る。

さらに、第1送出工程では、時空間符号化された2つの信号の一方を受け付ける。

そして、第2送出工程では、時空間符号化された2つの信号の他方を受け付ける。

一方、直並列変換工程では、受け付けた信号を直並列変換する。

さらに、逆フーリエ変換工程では、直並列変換された結果の信号群を逆フーリエ変換する。
10 る。

そして、送信工程では、逆フーリエ変換された信号を所定の偏波極性を有するアンテナにより送信する。

一方、第1送出工程にて用いるアンテナ（以下「第1送信アンテナ」という。）の偏波極性と、第2送出工程にて用いるアンテナ（以下「第2送信アンテナ」という。）の偏波
15 極性と、は、直交する。

また、本発明の送信方法は、偏波極性の直交する2つのアンテナ（以下、一方を「第1受信アンテナ」といい、他方を「第2受信アンテナ」という。）を用いて受信する受信装置へ送信し、第1受信アンテナの第1送信アンテナに対する傾きは、第2受信アンテナの第2送信アンテナに対する傾きに略等しいように構成することができる。

20 さらに、本発明の送信方法において、第1受信アンテナの第2送信アンテナに対する傾きは、第2受信アンテナの第1送信アンテナに対する傾きに略等しいように構成することができる。

本発明のその他の観点に係る受信方法は、第1受入工程と、第2受入工程と、時空間復号化工程と、復調工程と、を備える。

25 また、第1受入工程と、第2受入工程と、は、受信工程と、フーリエ変換工程と、並直列変換工程と、を備える。

ここで、第1受入工程では、送信装置から送信された信号を受信して、これを処理する。

一方、第2受入工程では、送信装置から送信された信号を受信して、これを処理する。

さらに、時空間復号化工程では、第1受入工程にて処理された結果の信号と、第2受入工程にて処理された結果の信号と、を、時空間復号化して1つの信号を得る。

そして、復調工程では、時空間復号化された1つの信号を復調して伝送されたデータを
5 得る。

一方、受信工程では、送信装置から送信された信号を所定の偏波極性を有するアンテナにより受信する。

さらに、フーリエ変換工程では、受信された結果の信号をフーリエ変換する。

そして、並直列変換工程では、フーリエ変換された信号群を並直列変換して、得られる
10 信号を処理の結果とする。

一方、第1受入部が用いるアンテナ（以下「第1受信アンテナ」という。）の偏波極性と、第2受入部が用いるアンテナ（以下「第2受信アンテナ」という。）の偏波極性と、は、直交する。

また、本発明の受信方法は、偏波極性の直交する2つのアンテナ（以下、一方を「第1
15 送信アンテナ」といい、他方を「第2送信アンテナ」という。）を用いて送信する送信装置から受信し、第1受信アンテナの第1送信アンテナに対する傾きは、第2受信アンテナの第2送信アンテナに対する傾きに略等しいように構成することができる。

また、本発明の受信方法において、第1受信アンテナの第2送信アンテナに対する傾きは、第2受信アンテナの第1送信アンテナに対する傾きに略等しいように構成することが
20 できる。

本発明の他の観点に係るプログラムは、コンピュータを、上記の送信装置の各部として機能させるように構成する。

本発明の他の観点に係るプログラムは、コンピュータを、上記の受信装置の各部として機能させるように構成する。

25 本発明のプログラムを、他の機器と通信可能なコンピュータに実行させることにより、本発明の送信装置、受信装置、送信方法、ならびに、受信方法を実現することができる。

また、当該コンピュータとは独立して、本発明のプログラムを記録した情報記録媒体を

配布、販売することができる。また、本発明のプログラムを、インターネット等のコンピュータ通信網を介して伝送し、配布、販売することができる。

特に、当該コンピュータがDSP (Digital Signal Processor) やFPGA (Field Programmable Gate Array) などのプログラム可能な電子回路を有する場合には、本発明の
5 情報記録媒体に記録されたプログラムを当該コンピュータに伝送し、当該コンピュータ内のDSPやFPGAにこれを実行させて、本発明の送信装置や受信装置を実現するソフトウェアラジオ形式の手法を利用することができる。

図面の簡単な説明

10

図1は、本発明の実施形態に係る通信装置の概要構成を示す模式図である。

図2は、STBC符号化の様子を示す説明図である。

図3は、送信装置の概要構成を示す模式図である。

図4は、受信装置の概要構成を示す模式図である。

15

図5は、計算機シミュレーションによる実験結果を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下では、本発明を実施するための最良の実施形態について説明するが、当該実施形態
20 は説明のための例示であり、本発明の原理にしたがった他の実施形態もまた、本発明の範囲に含まれる。

図1は、本発明の実施形態の一つに係る通信システムの概要構成を示す模式図である。

以下、本図を参照して説明する。

通信システム101の送信装置131は、伝送すべきデータの入力を受け付けて、第1
25 送信アンテナ141と、第2送信アンテナ142と、から信号を送信する。第1送信アンテナ141と、第2送信アンテナ142と、は、その極性が互いに直交するような異種偏波アンテナであって、典型的には、一方が水平アンテナ、他方が垂直アンテナである。

一方、受信装置 151 は、送信装置 131 から送信された信号を第 1 受信アンテナ 161 と、第 2 受信アンテナ 162 と、で受信して、伝送されたデータを得る。第 1 受信アンテナ 161 と、第 2 受信アンテナ 162 と、で受信して、所定の極性を有するアンテナであり、典型的には、第 1 受信アンテナ 161 と、第 2 受信アンテナ 162 と、の偏波極性は直交する。

そして、第 1 送信アンテナ 141 に対する第 1 受信アンテナ 161 の傾きは、45 度であり、第 2 送信アンテナ 142 に対する第 2 受信アンテナ 162 の傾きも、45 度である。このように、送信側の極性と、受信側の極性と、を非平行に配置する点が、本実施形態の特徴の一つとなる。

- 10 極性偏波ダイバーシティは、2つのアンテナを同じ場所に配置でき、装置を小さくできる点で魅力的な技術である。従来の STBC/OFDM 系では、垂直極性アンテナのみを用いているが、この場合には、水平偏波極性となった信号のパワーが無駄になる。また、送信側で 2 つの異種偏波を用いるのであれば、2 つの直交する極性に信号のパワーが分散されるので、受信側でも異なる偏波極性を有するアンテナを配置することが望ましい。
- 15 一方、送信側と受信側とで、2 つのアンテナを平行に (homogeneous) 配置する技術は、従来から極性伝送ダイバーシティで用いられているが、直交する 2 つのダイバーシティ分枝 (orthogonal diversity branch) 上での受信パワーが異なる。そして、受信パワーの不均衡が大きくなると、ダイバーシティの結合の際に、弱いチャネルの寄与が無視されてしまう。
- 20 したがって、本実施形態では、送信側の 2 つのアンテナと、受信側の 2 つのアンテナと、が、ねじれの関係となるように (heterogeneous) 配置し、受信側の 2 つのアンテナのそれぞれが受信する受信パワーをできるだけ同じようにするのである。このようなアンテナ配置については、非特許文献 3 に開示されている技術を適用することができる。

図 2 は、本発明において用いられる STBC 符号化の概要構成を示す説明図である。

- 25 STBC 符号器 201 には、シンボル S1, S2 が順に入力される。各シンボルは、QP SK 符号化されているため、一般には複素数である。

すると、STBC 符号器 201 は、2 つの出力 Tx1 と Tx2 に、それぞれ、

$Tx1 \cdots S1, S2;$

$Tx1 \cdots -S2^*, S1^*$

なるシンボルを出力する。

送信装置では、これらのシンボルを2つの送出系から異なる偏波極性を有するアンテナ5を用いて送信するのである。

一方、受信側では、このような信号から、最も最もらしいシンボル群を復号するのである。このようなSTBC符号化の技術としては、Alamouti符号の技術を適用することができる。

ここで、図1に戻る。図1には、本実施形態における各アンテナ同士の関係も示されて10いる。

すなわち、第1送信アンテナ141と第1受信アンテナ161とは、偏波極性が45度の傾きの関係になっており、第2送信アンテナ142と第2受信アンテナ163とは、偏波極性が45度の傾きの関係になっている。

また、第1送信アンテナ141と第2送信アンテナ142とは、偏波極性が直交しており、第1受信アンテナ161と第2受信アンテナ162とは、偏波極性が直交している。15

ここで、第1送信アンテナ141を垂直極性アンテナ(v)、第2送信アンテナ142を水平極性アンテナ(h)とし、第1受信アンテナ161や第2受信アンテナ162との伝播係数を以下のように考える。

$H_{v1} \cdots$ 第1送信アンテナ141～第1受信アンテナ161

20 $H_{v2} \cdots$ 第1送信アンテナ141～第2受信アンテナ162

$H_{h1} \cdots$ 第2送信アンテナ142～第1受信アンテナ161

$H_{h2} \cdots$ 第2送信アンテナ142～第2受信アンテナ162

ここで、

$$A = |H_{v1}|^2 + |H_{v2}|^2 + |H_{h1}|^2 + |H_{h2}|^2$$

25 とおく。送信側から、シンボル S_v と S_h とがデータとして順に与えられたとすると、受信側において復号される信号ベクトルは、

$$(A S_v, A S_h)$$

となる。

従来の homogenous な偏波極性アンテナを用いた場合には、上記のような伝播係数ではなく、互いに平行なアンテナ同士の伝播係数のみを考慮することになってしまう点が、本システムとの大きな違いである。

5

(送信装置)

図3は、本実施形態に係る送信装置131の概要構成を示す模式図である。以下、本図を参照して説明する。

送信装置131は、伝送すべきデータを受け付けると、これをモジュレータ201に渡す。モジュレータ201では、データをQPSK変調し、複素数に変換する。

そして、STBC符号器202では、得られた複素数の列を、2つの符号列にする。ここでは、上述のように、Alamouti符号化を行う。

2つの符号列のそれぞれは、第1送出部203と、第2送出部204と、に与えられ、前者はアンテナ141から処理した信号を送信し、後者はアンテナ142から処理した信号を送信する。

ここで、第1送出部203と第2送出部204との構成はほぼ共通である。すなわち、入力を受け付けた信号と、パイロット信号とをマルチプレクサ221で多重化する。多重化の際には、たとえば、パイロット信号を所定シンボル数と、入力を受け付けた信号を所定シンボル数と、を1つのフレームにする、等の手法が考えられる。

さらに、直並列変換器222で複数のチャンネルに直並列変換し、逆フーリエ変換部224で高速逆フーリエ変換をし、ついで、GI (Guard Interval) 挿入部225でガードインターバルを挿入し、アンテナ141もしくはアンテナ142から、当該信号を送信する。

図4は、本実施形態に係る受信装置151の概要構成を示す模式図である。以下、本図を参照して説明する。

受信装置151は、送信装置131から送信された信号を2つのアンテナ161、162で受信する。

アンテナ161、162は、それぞれ、第1受入部401、第2受入部402に接続さ

れており、これらの内部で処理がされるが、その処理はほぼ共通である。

すなわち、G I 除去部 3 0 1 でガードインターバルを除去し、フーリエ変換部 3 0 2 で高速フーリエ変換を行って複数の信号を得る。並直列変換部 3 0 4 が並直列変換を行い、それぞれ 1 つの信号を出力する。

- 5 そして、第 1 受入部 4 0 1 と、第 2 受入部 4 0 2 と、から得られる信号は、S T B C 復号器 3 0 5 に与えられ、Alamouti 符号の復号を行い、信号を出力する。

この際に、フーリエ変換部 3 0 2 において実際に得られるパイロット信号の受信後の姿と、もとのパイロット信号の姿とを比較することにより、受信時にチャンネルの伝搬の様子の評価を行うことができ、上記のような伝搬係数を推測することができる。これらの評価の結果は、フーリエ変換部 3 0 2 の出力に対しても反映されるとともに、S T B C 復号器 3 0 5 における復号処理においても考慮される。これらのチャンネル評価については、種々の公知の技術を適用することができる。

最後に S T B C 復号器 3 0 5 からの出力をデモジュレータ 3 0 6 で Q P S K 復調することによって、伝送されたデータを得ることができるのである。

- 15 なお、これらの送信装置 1 3 1、受信装置 1 5 1 は、ソフトウェアラジオなどの技術を用いれば、各種のコンピュータ、F P G A (Field Programmable Gate Array)、D S P (Digital Signal Processor) にソフトウェアを与えることによって実現することができる。

(実験結果)

- 20 図 5 は、以下の諸元において本システムの性能を計算機シミュレーションによって調べた結果を表すグラフである。このグラフにおいて、縦軸は B E R (Bit Error Rate) を表し、横軸は E_b/N_0 値である。

データ変調方式 … Q P S K

データレート … 1 6 0 M シンボル/s

- 25 フレームサイズ … 1 2 シンボル (1 フレームにつきパイロット 2 シンボル、データ 1 0 シンボル)

フーリエ変換サイズ … 1 0 2 4

- キャリア数 … 1 0 2 4
- ガードインターバル … 1 シンボルにつき 2 5 6 サンプル
- 有効シンボルインターバル … 1 シンボルにつき 1 0 2 4 サンプル
- フェーディングのモデル … 1 8 経路レイリーフェーディング
- 5 ドップラ周波数 … 1 0 H z
- XPD 値 … 5 d B、1 0 d B、1 5 d B
- アンテナ … 送信側は 2 つの水平／垂直アンテナ、受信側は水平／垂直アンテナまたは 4 5 度傾斜アンテナ

本図においては、本実施形態に係る結果は白丸、XPD 値が 5 d B の場合の従来の STBC/OFDM システムは十字、XPD 値が 1 0 d B の場合の従来の STBC/OFDM システムは白三角、XPD 値が 1 5 d B の場合の従来の STBC/OFDM システムは×印で、それぞれグラフが描かれている。

種々の計算機シミュレーションにより、従来の手法においては、XPD 値によって大きく性能が左右されるのに対し、本実施形態ではあまり性能に変化がないことがわかってい

15 る。また、本グラフを見ればわかる通り、本実施形態の BER 値は、従来の技術のいずれに対しても良好な性能を示していることがわかる。

産業上の利用の可能性

- 20 本発明により、異種偏波アンテナを用いて効率良く通信を行う通信システム、送信装置、受信装置、送信方法、受信方法、ならびに、これらをコンピュータ上にて実現するためのプログラムを提供することができる。

1. 送信装置と、受信装置と、を備える通信システムであって、
 - (a) 前記送信装置は、
 - 5 伝送すべきデータを変調する変調部と、
前記変調された結果の信号を時空間符号化して、2つの信号を得る時空間符号化部と、
前記時空間符号化された2つの信号の一方を受け付ける第1送出部と、
前記時空間符号化された2つの信号の他方を受け付ける第2送出部と、
を備え、
 - 10 前記第1送出部と、第2送出部と、は、それぞれ、
受け付けた信号を直並列変換する直並列変換部と、
前記直並列変換された結果の信号群を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換部と、
前記逆フーリエ変換された信号を所定の偏波極性を有するアンテナにより送信する送信部と、
 - 15 を備え、
前記第1送出部が用いるアンテナ（以下「第1送信アンテナ」という。）の偏波極性と、
前記第2送出部が用いるアンテナ（以下「第2送信アンテナ」という。）の偏波極性と、
は、直交し、
(b) 前記受信装置は、
 - 20 前記送信装置から送信された信号を受信して、これ进行处理する第1受入部と、
前記送信装置から送信された信号を受信して、これ进行处理する第2受入部と、
前記第1受入部により処理された結果の信号と、前記第2受入部により処理された結果の信号と、を、時空間復号化して1つの信号を得る時空間復号化部と、
前記時空間復号化された1つの信号を復調して伝送されたデータを得る復調部と、
 - 25 を備え、
前記第1受入部と、前記第2受入部と、は、それぞれ、
前記送信装置から送信された信号を所定の偏波極性を有するアンテナにより受信する受

信部と、

前記受信された結果の信号をフーリエ変換するフーリエ変換部と、

前記フーリエ変換された信号群を並直列変換して、得られる信号を処理の結果とする並直列変換部と、

5 を備え、

前記第1受入部が用いるアンテナ（以下「第1受信アンテナ」という。）の偏波極性と、

前記第2受入部が用いるアンテナ（以下「第2受信アンテナ」という。）の偏波極性と、

は、直交し、

（c）前記第1受信アンテナの前記第1送信アンテナに対する傾きは、前記第2受信アンテナの前記第2送信アンテナに対する傾きに略等しい

ことを特徴とするもの。

2. 請求項1に記載の通信システムであって、

前記第1受信アンテナの前記第2送信アンテナに対する傾きは、前記第2受信アンテナの前記第1送信アンテナに対する傾きに略等しい

ことを特徴とするもの。

3. 請求項1または2に記載の通信システムにおける送信装置。

20 4. 請求項1または2に記載の通信システムにおける受信装置。

5. 伝送すべきデータを変調する変調工程と、

前記変調された結果の信号を時空間符号化して、2つの信号を得る時空間符号化工程と、

前記時空間符号化された2つの信号の一方を受け付ける第1送出工程と、

25 前記時空間符号化された2つの信号の他方を受け付ける第2送出工程と、

を備え、

前記第1送出工程と、第2送出工程と、は、それぞれ、

15

受け付けた信号を直並列変換する直並列変換工程と、
前記直並列変換された結果の信号群を逆フーリエ変換する逆フーリエ変換工程と、
前記逆フーリエ変換された信号を所定の偏波極性を有するアンテナにより送信する送信工程と、

5 を備え、

前記第1送出工程にて用いるアンテナ（以下「第1送信アンテナ」という。）の偏波極性と、前記第2送出工程にて用いるアンテナ（以下「第2送信アンテナ」という。）の偏波極性と、は、直交する

ことを特徴とする送信方法。

10

6. 請求項5に記載の送信方法であって、

偏波極性の直交する2つのアンテナ（以下、一方を「第1受信アンテナ」といい、他方を「第2受信アンテナ」という。）を用いて受信する受信装置へ送信し、

前記第1受信アンテナの前記第1送信アンテナに対する傾きは、前記第2受信アンテナ
15 の前記第2送信アンテナに対する傾きに略等しい

ことを特徴とする方法。

7. 請求項6に記載の送信方法であって、

前記第1受信アンテナの前記第2送信アンテナに対する傾きは、前記第2受信アンテナ
20 の前記第1送信アンテナに対する傾きに略等しい

ことを特徴とする方法。

8. 前記送信装置から送信された信号を受信して、これ进行处理する第1受入工程と、

前記送信装置から送信された信号を受信して、これ进行处理する第2受入工程と、

25 前記第1受入工程にて処理された結果の信号と、前記第2受入工程にて処理された結果の信号と、を、時空間復号化して1つの信号を得る時空間復号化工程と、

前記時空間復号化された1つの信号を復調して伝送されたデータを得る復調工程と、

を備え、

前記第1受入工程と、前記第2受入工程と、は、それぞれ、

前記送信装置から送信された信号を所定の偏波極性を有するアンテナにより受信する受信工程と、

5 前記受信された結果の信号をフーリエ変換するフーリエ変換工程と、

前記フーリエ変換された信号群を並直列変換して、得られる信号を処理の結果とする並直列変換工程と、

を備え、

前記第1受入部が用いるアンテナ（以下「第1受信アンテナ」という。）の偏波極性と、

10 前記第2受入部が用いるアンテナ（以下「第2受信アンテナ」という。）の偏波極性と、
は、直交する

ことを特徴とする受信方法。

9. 請求項8に記載の受信方法であって、

15 偏波極性の直交する2つのアンテナ（以下、一方を「第1送信アンテナ」といい、他方を「第2送信アンテナ」という。）を用いて送信する送信装置から受信し、

前記第1受信アンテナの前記第1送信アンテナに対する傾きは、前記第2受信アンテナの前記第2送信アンテナに対する傾きに略等しい

ことを特徴とする方法。

20

10. 請求項9に記載の受信方法であって、

前記第1受信アンテナの前記第2送信アンテナに対する傾きは、前記第2受信アンテナの前記第1送信アンテナに対する傾きに略等しい

ことを特徴とする方法。

25

11. コンピュータを、請求項1または2に記載の通信システムにおける送信装置として機能させることを特徴とするプログラム。

12. コンピュータを、請求項1または2に記載の通信システムにおける受信装置として機能させることを特徴とするプログラム。

1/5

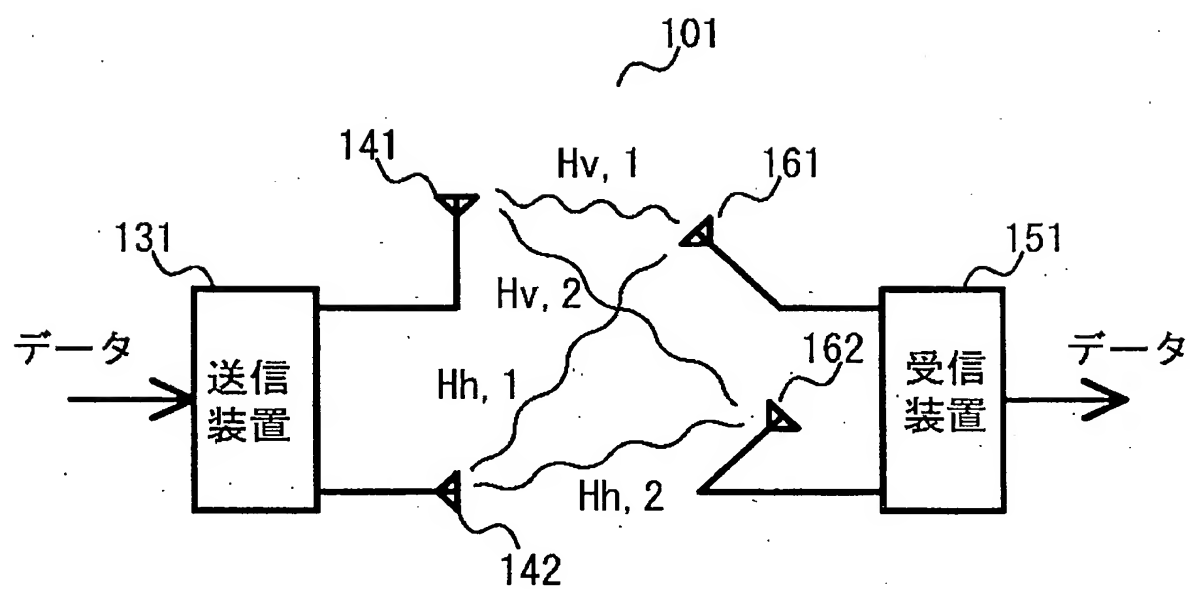


図 1

2/5

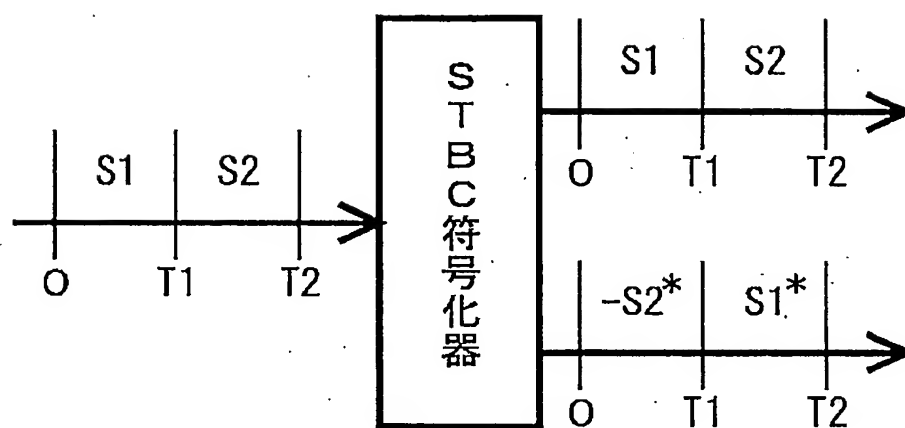


图2

3/5

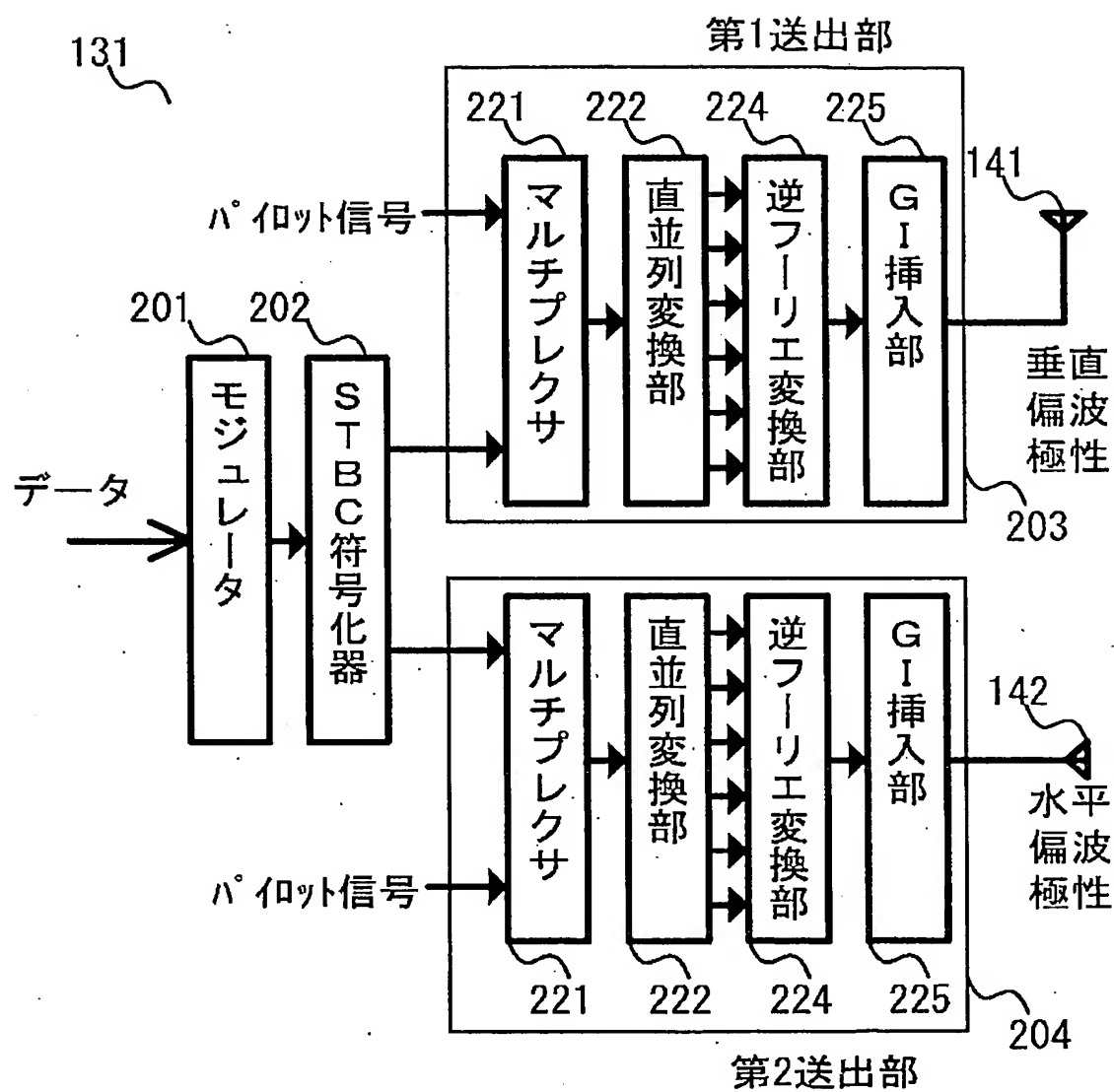


図3

4/5

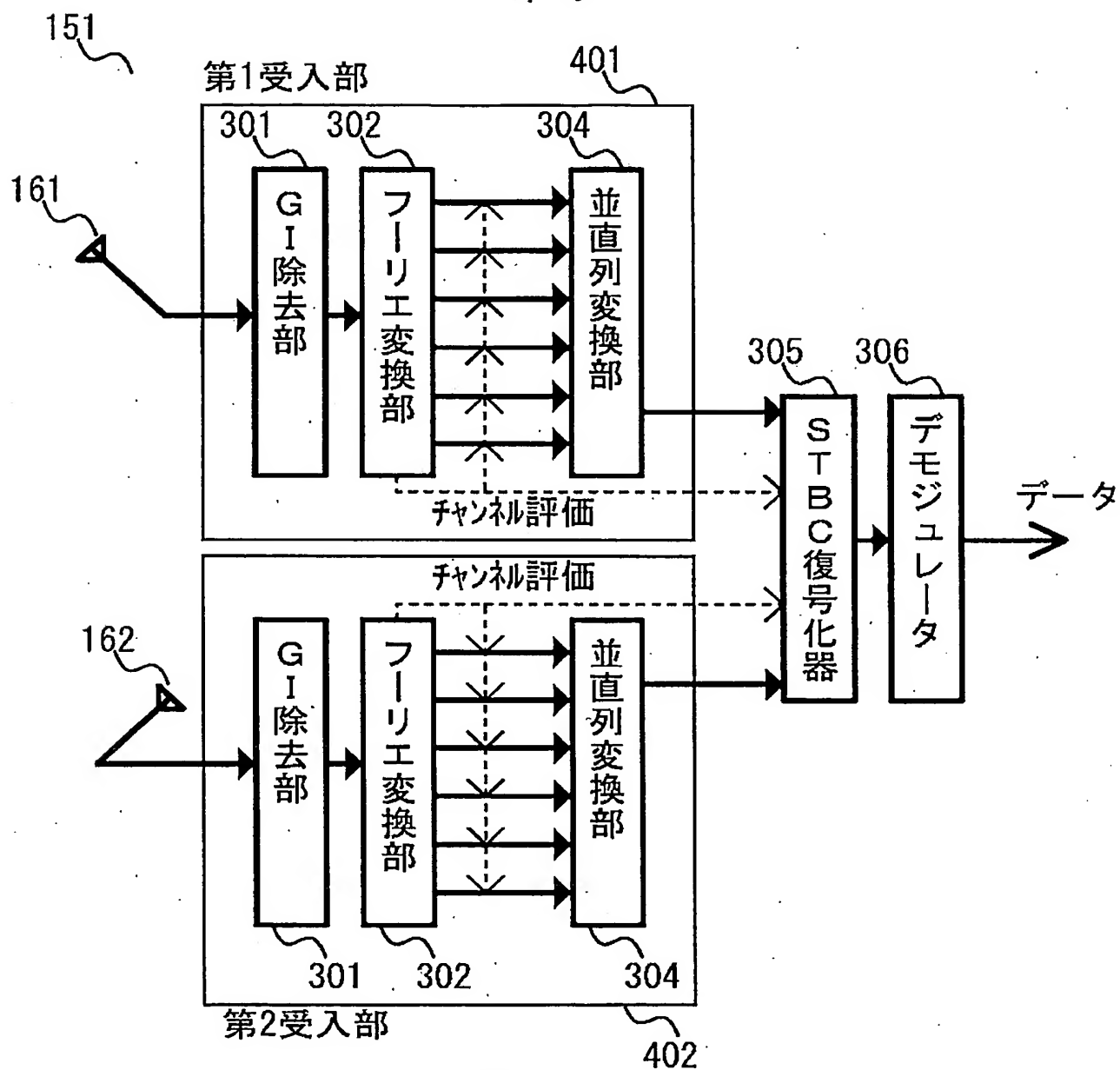


図4

5/5

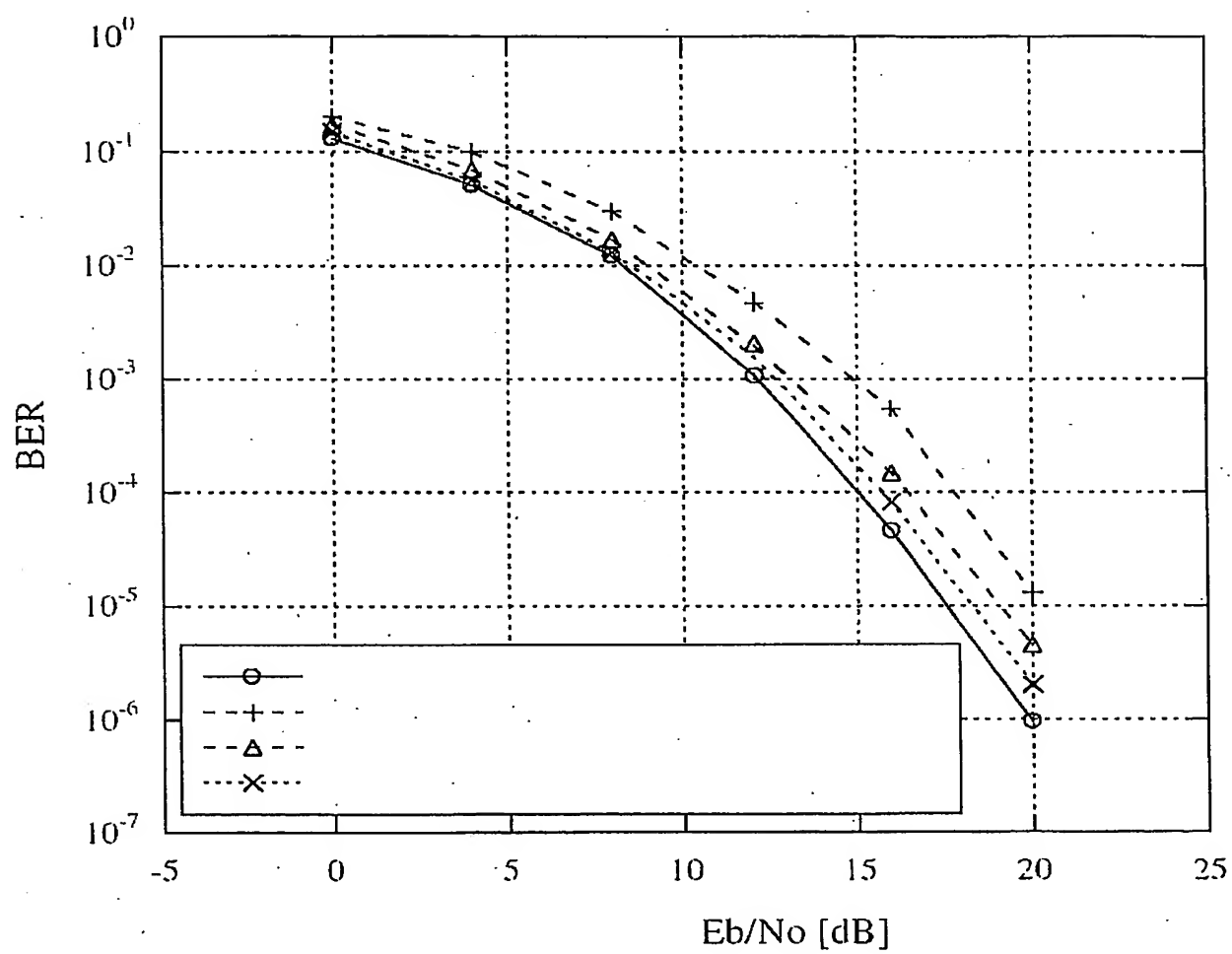


図5